

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta elektroniky a informatiky**

**Katedra informatiky**

**Absolvování individuální odborné praxe**

**Individual Professional Practice in the Company**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra informatiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Řepka**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2612R059 Mobilní technologie

Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**  
**Individual Professional Practice in the Company**

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ELCOM, a.s.
2. Struktura závěrečné zprávy:
  - a) Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta.
  - b) Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti.
  - c) Zvolený postup řešení zadaných úkolů.
  - d) Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.
  - e) Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe.
  - f) Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vede odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Moravec, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce: Ing. Michal Harhaj

Datum zadání: 19.11.2010

Datum odevzdání: 06.05.2011



doc. Dr. Ing. Eduard Sojka  
vedoucí katedry

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 6.5. 2011

.....

Petr Řepka

Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-TU Ostrava.



V Ostravě dne 3.5. 2011

Ing. Michal Harhaj

## Poděkování

Děkuji všem kolegům ve firmě ELCOM, a.s., kteří mi pomáhali v průběhu praxe. Děkuji hlavně Ing. Michalu Harhajovi, Ing. Leoši Maršálkovi, Ing. Jiřímu Seget'ovi a všem dalším, kteří mi věnovali trochu svého času na řešení problémů s projekty.

Velmi děkuji také vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlu Moravcovi, Ph.D. za vstřícný přístup, připomínky a cenné rady.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce pojednává o vykonané práci během odborné praxe ve společnosti ELCOM, a.s. divize Virtuální Instrumentace. Hlavním cílem praxe byla účast na různých projektech a zakázkách. Rozsah provedených pracovních úkolů se pohyboval od vývoje algoritmů a ovladačů pro mnoho zařízení, řešení postupů sledování kontroly kvality produktů až po technický popis jednotlivých projektů formou manuálů a protokolů. Mnoho úkolů zahrnovalo získávání a zpracování obrazu z velkého množství různých druhů kamer, využití rozličného hardwaru a softwarových aplikací. Hlavní vývojová platforma při programování byl grafický programovací jazyk LabVIEW.

## **Klíčová slova**

ELCOM, a.s.; Unitester; Kamera; LabVIEW; Snímání obrazu; Ovladače; Virtuální Instrumentace; XML Parser; End-of-Life Tester; OCR; Spektrometr

## **Abstract**

The bachelor thesis documents the work done during professional practice in the ELCOM company and its Virtual Instrumentation division. The main aim of the practice was participation on various projects and contracts. As a result, a wide scale of work tasks has been executed, ranging from the development of algorithms and drivers for a wide range of devices, construction of product quality monitoring processes, to the technical writing of product manuals and individual project protocols. Many tasks included image acquisition and processing with a variety of camera setups, utilizing several hardware configurations and software products. When programming, LabVIEW graphical programming language was the main development platform.

## **Key words**

ELCOM; Unitester; Camera; LabVIEW; Image Capture; Drivers; Virtual Instrumentation; XML Parser; End-of-Life Tester; OCR; Spectrometer

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1	INFORMACE O FIRMĚ ELCOM, A.S. ....	1
1.2	UNITESTER .....	2
<b>2</b>	<b>OBEČNÝ POPIS PRAXE.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>PROVEDENÁ PRÁCE .....</b>	<b>4</b>
3.1	SEZNAM PRACÍ A PROJEKTŮ .....	4
3.2	XML PARSER V LABVIEW .....	5
3.3	DOMOVÉ OSVĚTLENÍ .....	6
3.4	EOL TESTER.....	8
3.5	KONTROLA KOMPRESORU.....	10
3.6	SNÍMÁNÍ SÉRIOVÉHO ČÍSLA Z WAFERU .....	12
3.7	REFLEXY NA SKLE SVĚTLOMETU .....	14
3.8	OPRAVA CHYBY PŘI VYPNUTÍ UNITESTERU .....	16
3.9	ZJIŠŤOVÁNÍ NEČISTOT V ČIDLE .....	17
3.10	OVLADAČ PRO VYKRESLENÍ SPEKTRA SPEKTROMETRU.....	19
3.11	SNÍMÁNÍ KONDENZÁTORU .....	22
<b>4</b>	<b>ZÍSKANÉ ZNALOSTI.....</b>	<b>23</b>
4.1	ZÍSKANÉ ZNALOSTI V RÁMCI STUDIA .....	23
4.2	ZÍSKANÉ ZNALOSTI V RÁMCI PRAXE .....	24
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>24</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>25</b>
	<b>Seznam obrázků v příloze .....</b>	<b>25</b>
	<b>Seznam použité literatury a zdrojů.....</b>	<b>26</b>
	<b>Doprovodné přílohy na CD.....</b>	<b>27</b>

# 1 Úvod

## 1.1 Informace o firmě ELCOM, a.s.

Firma ELCOM, a.s. je jednou z nejuznávanějších dodavatelů měřících, testovacích a vizualizačních systémů založené na virtuální instrumentaci. Divize Virtuální instrumentace se nachází ve Vědeckotechnologickém parku Ostrava v přímé blízkosti areálu VŠB - Technické univerzity Ostrava. Tato divize zde působí od roku 1997, kdy za dobu svého působení se stala uznávaným dodavatelem testovacích, měřících, kamerových a průmyslových systémů a systémů pro monitoring kvality elektřiny.

Od roku 2003 je firma ELCOM, a.s. jedna ze dvou českých firem s členstvím celosvětového programu National Instruments Alliance Program. V tomto programu je členem více než 600 partnerských firem, které se zabývají technickou podporou, systémovou integrací a prodejem produktů National Instruments. Hlavním úkolem tohoto partnerství je poskytování služeb zákazníkům v oblasti virtuální instrumentace. V této době certifikace tohoto programu dosáhla druhé nejvyšší úrovně [1].

Divize Virtuální instrumentace firmy ELCOM, a.s. nabízí své služby v několika oblastech. Praxe probíhala v oblasti kamerových systémů a průmyslové automatizace (IAS - Industrial Automation Systems) jejichž hlavní úkol je:

- Vývoj a dodávky systémů pro vizualizaci a řízení technologických procesů
- Vývoj, výroba a dodávky automatizovaných systémů pro vizuální inspekce
- Vývoj, výroba a dodávky automatizovaných měřících a testovacích laboratoří na klíč



Obrázek 1: Logo ELCOM, a.s.



## 1.2 Unitester

Firma ELCOM, a.s. v oddělení IAS používá ke své činnosti vlastně vytvořenou aplikaci, naprogramovanou v grafickém programovacím jazyce LabVIEW. Tato aplikace se nazývá Unitester a během své praxe jsem s touto aplikací velmi často pracoval.

Unitester [2] je zkrácený název pro univerzální tester. Unitester slouží pro zpracovávání a vyhodnocování naměřených dat, které jsou z větší části získávána průmyslovými kamerami. Celou aplikaci lze rozdělit na tři části:

- Hlavní část
- Měřicí jádro
- Měřicí/řídící modul

Hlavní část aplikace obstarává spouštění všech částí programu, načítá různorodé konfigurace a samozřejmě se stará také o ukončení všech částí kódů.

Měřicích jader může být použito v Unitesteru více, podle použitých hardwarových zařízení. Toto jádro má za úkol inicializovat komunikaci se samotnými zařízeními a následně i řídit chod mezi aplikací a všemi komponentami zařízení.

Měřicí či řídící moduly provádí vyhodnocování testů ze získaných dat či řídí a nastavují konfiguraci zařízení. Jako příklad lze uvést „Modul detekce hran“, který ze získaných dat ve formě obrázku z kamery dokáže zjistit přesný počet hran v dané vyhrazené oblasti.

## 2 Obecný popis praxe

Na praxi ve firmě ELCOM, a.s. docházím již cca jeden rok. Celý tento proces začal u mého kamaráda, který v této firmě pracuje. Minulý rok měli obrovské množství práce, a proto potřebovali někoho, kdo by jim mohl v některých věcech pomoci. Právě tento kamarád si na mě vzpomněl a domluvil mi se šéfem oddělení IAS Ing. Michalem Harhajem schůzku. Od té chvíle jsem do firmy začal pravidelně docházet a pracovat na daných projektech.

Praxe ve firmě obsahovala mnoho různorodé práce. Celá divize firmy se hlavně opírá o programovací prostředí LabVIEW. V oddělení, kde jsem docházel, se často používají kamerové systémy na monitorování různých procesů prostřednictvím mnoha druhů a typů kamer. Za celou dobu mé praxe ve firmě jsem se pohyboval spíše v oblasti

kamerových systémů a lehkého programování. Celkově jsem dělal na tom, co zrovna bylo třeba udělat.

Když přišla nabídka na nový projekt, tak jsem se stal výzkumníkem, který měl přijít na způsob, jak danou věc vyřešit. Když celý projekt dospěl do finální podoby, tak jsem sepsal rozsáhlý manuál k tomuto projektu. U všech projektů je třeba počítačů, které jsem měl na starost také já. Ať už nainstalování potřebného softwaru po vyzkoušení funkčnosti celého systému.

Občas bylo třeba i něco lehčího naprogramovat v LabVIEW. Většinou jsem programoval algoritmy či programy, které jsem byl schopný zvládnout. Pro kolegy to byly relativně lehké úlohy, avšak pro mne to bylo celkem složité. Každopádně vždy jsem se s případnou pomocí dobral výsledku, který mohl být využit v dalších projektech. Touto cestou jsem se čím dál tím více seznamoval s technikami programování a s programováním v LabVIEW samotném.

Velmi často jsem musel mnoho informací dohledávat sám, čímž jsem však získal další velké množství znalostí. Když už jsem si doopravdy nevěděl rady, byl vždy poblíž někdo, kdo mě navedl tím správným směrem.

Celkově praxe nebyla jenom o tom, něco vyrobit, zprovoznit či vytvořit, ale také o tom se dozvědět něco o životě ve firmě. Naučil jsem se hodně o komunikaci s lidmi, porozuměl jsem vzájemným vztahům mezi lidmi programátory a mnohé jsem pochytil z průběhu vytváření projektů a fungování ve firmě obecně.

K dnešnímu dnu (21. dubna 2011) už je to přesně rok, co docházím do firmy ELCOM, a.s. Za tento rok jsem odpracoval celkem 706 hodin. Za tuto dobu jsem pracoval na mnoha projektech, jež některé z nich jsou popsány v tomto dokumentu. Tabulka 1 obecně popisuje v procentech, kolik práce jsem věnoval danému okruhu práce. Hodnoty hodin v procentech u daných okruhů prací jsou však přibližné a nezakládají se na žádných relevantních datech a statistikách.

Druh práce	Hodiny (%)	Hodiny (hod.)
Programování	25	176,5
Práce s kamerovými systémy	50	353
Instalace všech druhů počítačů	20	141,2
Zpracování manuálů a dokumentů obecně	5	35,3
<b>Součet</b>	<b>100</b>	<b>706</b>

Tabulka 1: Druhy práce a jejich časové zatížení ve výkonu praxe

## 3 Provedená práce

V následujících popisech jednotlivých prací mnou prováděných je pouze několik těch nejzásadnějších, na kterých jsem pracoval. Pracoval jsem na mnoho projektech a sepsáním všeho, co jsem dělal, by vznikl mnohem obsáhlejší popis celé mé praxe. Proto jsem některé z prací vypustil a ponechal jsem pouze jenom ty zajímavější. Některé práce jsem z jistých důvodů rozsáhlosti dokumentu umístil do přílohy na CD.

Musím ještě podotknout, že za dobu, co jsem psal tuto práci, jsem do praxe neustále docházel a pracoval na dalších projektech a zakázkách, které zde podrobněji sepsány nejsou, avšak celkový výčet prací na kterých jsem se podílel je shrnut v kapitole „Seznam prací a projektů“.

### 3.1 Seznam prací a projektů

Zde můžete zhlédnout přibližný seznam prací a projektů, na kterých jsem se podílel a pracoval. Tento seznam neobsahuje práce nesouvisející s praxí a práce primitivní jednoduchosti.

- XML parser v LabVIEW
- Domové osvětlení
- EOL tester
- Kontrola kompresoru
- Snímání sériového čísla z waferu
- Reflexy na skle světlometu
- Oprava chyby při vypnutí Unitesteru
- Zjišťování nečistot v čidle
- Ovladač pro vykreslení spektra spektrometru
- Snímání kondenzátoru

- Manuály
- Instalace PC
- Tiskárna štítků Toshiba TEC B-SA4TP
- Instalace pITX počítače využívající paměťové karty MicroSD
- Instalace ENA 440 využívající karty Compact Flash (CF)
- Kód pro vyčtení obrazu z kamer
- Snímání spekter laku skel světlometu
- Jazykový balíček pro Unitester
- Kontrola rolí střívek pro masokombinát
- Ovladač pro TIC Turbo Controller 200 W
- Ovladač pro TIC Turbo & Instrument Controller 200 W
- ELCOM demonstrující demo a ovladač pro dvoučipovou kameru
- Další vykonané drobné práce

## 3.2 XML parser v LabVIEW

XML (Extensible Markup Language) [3] je v překladu rozšiřitelný značkovací jazyk. Jedná se o značkovací jazyk, který slouží hlavně pro přenášení dat mezi aplikacemi a pro publikování dat ve strukturované podobě.

Napsat XML parser pro vyčítání dat ze souboru statistik Unitesteru byla moje první úloha na odzkoušení mých znalostí a schopností práce v LabVIEW. Mým úkolem bylo vytvoření kostičky XML parseru, který by rozparsoval data podle zvolených atributů. Do kostičky by přišly data ve strukturované formě XML, které by prošly kostičkou a z kostičky by následně vyšly výsledky hledaných položek do tabulky.

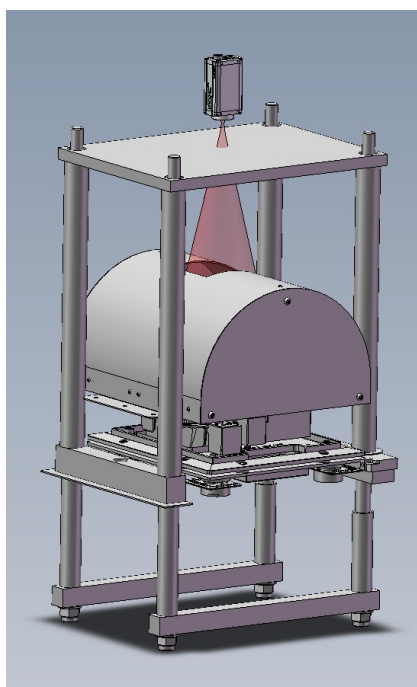
Tato úloha nebyla zrovna nejjednodušší díky statistikám, které se měly rozparsovat. Chvilí jsem si nevěděl s touto situací rady, ale snažil jsem se přijít na nějaký rozumný algoritmus či postup, který by byl aspoň trochu efektivní. Svou vlastní myšlenku, jak budu postupovat, jsem se pokusil realizovat, ale nakonec se bohužel ukázalo, že nebyla tak efektivní, jak by měla. Kolega mě v průběhu tvoření nasměroval správným směrem, kterým bych se měl uchýlit, aby mé snažení mělo nějaký smysl.

Celý problém parsování jsem nakonec vyřešil. Dalším postupem bylo upravení uživatelské rozhraní o několik prvků pro lepší práci s aplikací či úprava samotného vzhledu uživatelského rozhraní. Přidal jsem například indikátory délky trvání práce

algoritmu, počet nalezených položek a další podobné funkce pro snazší orientaci a zlepšení pocitu z práce s touto aplikací.

### 3.3 Domové osvětlení

V tomto úkolu jsem měl vymyslet způsob na osvětlování a snímání hliníkových chladičů, které na sobě měly kousky žluté pasty. Tyto kousky žluté hmoty jsem musel s hliníkovými chladiči nasnímat kamerou a následně tuto pastu extrahovat (zjistit její přítomnost na hliníku). Největší problémem bylo vymyslet způsob, jak se budou tyto hliníkové kusy se žlutou hmotou nasvětlovat. Měl jsem i určité prostorové omezení, jak maximálně rozměrné zařízení bude, což práci poněkud zkomplikovalo. Po řadě experimentů jsem došel k závěru, že nejlepší způsob nasvětlení bude použití difúzního světla.



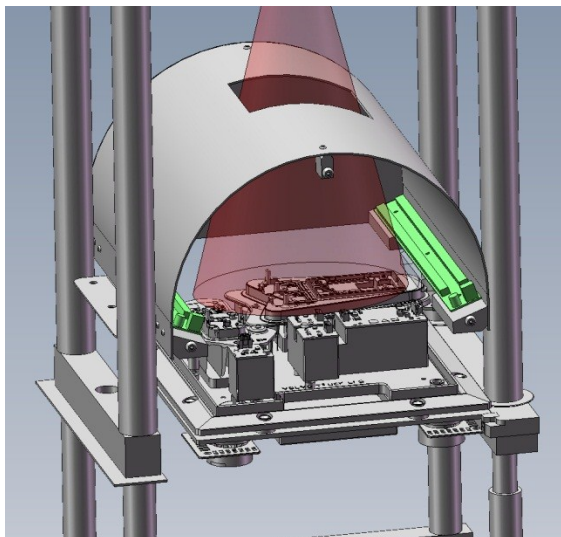
Obrázek 2: Finální podoba domového osvětlení

Difúzní světlo [4] je rozptýlené světlo, které nevrhá stín. Toto světlo vznikne osvětlením difúzního materiálu. Difúzním materiálem je myšlen materiál, který dokáže světlo rozptýlit. Takto nasvícený materiál se začne chovat jako velký zdroj světla. Příkladem může být Slunce se zamračenou oblohou. Obloha pojme světlo přicházející ze slunce a následně, díky svým vlastnostem (kapičkám vody), rozptýlí světlo na všechny stany. Podobná analogie nastává i při mlze. Všechny objekty jsou jakoby utopené ve

zdroji světla (mlze). Na snímání objekt je pak svíceno ze všech stran, takže pak nemůže vzniknout stín okolo daného snímaného objektu.

Domové osvětlení muselo být přizpůsobeno požadovaným okolnostem, takže jsem vymyslel „plán B“. Difúzní světlo jde vyrobit i pomocí odrazu světla od bílé plochy, takže při výrobě zařízení se vytvořila střecha tvaru bílého půlválce. V tomto půlválci bylo umístěny dva pásy s LED diodami, které svítily na bílou plochu, která vytvářela ideální difúzní podmínky pro snímání hliníkových chladičů. Finální řešení domového osvětlení je možné vidět na obrázku 2. S tímto řešením se počítalo při výrobě tohoto osvětlení. Moje vytvořená experimentální sestava, kdy světlo svítí přes průhledné složky, pro pokusy bohatě vyhovovala.

Difúzní světlo jsem nasimuloval několika průhlednými složkami, které jsem vytvaroval do tvaru připomínající střechu domu. Pod pouto střechou se nalézal onen kus hliníku, který se měl nasnímat. Tato simulace měla pouze za úkol vytvořit testovací snímky a nalézt optimální řešení. Bohužel prostorové omezení bylo velmi přísné. Celá sestava, kdy zdroj světla svítí přes difúzní stan na objekt, nemohla být realizovatelná díky svým velkým rozměrům. Proto jsme se rozhodli na menší editaci domového osvětlení a to s pomocí odrazu světla.



Obrázek 3: Detailní pohled do útrob domového osvětlení.

(Červený kužel – zorné pole kamery, Zelené části – pásy s LED diodami)

Metoda svícení byla vyřešena avšak bylo nutné zapřemýšlet a vyzkoušet jakou barvu má mít zdrojové světlo, aby bylo možné z nasnímaných snímku bez problému zjistit přítomnost žluté hmoty na šedém hliníku. Zkoušel jsem osvětlení čistě bílé,

nažloutlé, červené, zelené, modré a kombinaci všech barev. Nejlepších výsledků bylo dosaženo bílým světlem popřípadě kombinací barev modro-zelené a modro-červené. Nejhorším zdrojem osvětlení se ukázala očekávané červené světlo. To proto, že žlutá obsahuje hodně červené složky a s nasvíceným načervenalým hliníkem bylo skoro nemožné bezpečně extrahovat tyto žluté kousky hmoty.

Tyto kousíčky žluté hmoty mohly být až 0,5 mm malé a bylo nutné je také detekovat. Naštěstí s bílým difúzním světlem to nebyl problém. Nasnímal jsem mnoho snímků s různými barevnými osvětleními a následně jsem se pokusil v programu NI Vision Builder extrahovat co nejpřesněji všechnu žlutou hmotu na hliníkovém chladiči. U všech barev jsem vytvořil skript s nastavenými hodnotami, které co nejlépe dokázaly extrahovat žlutou hmotu na stříbrném hliníku.

Na obrázku H.4 v příloze můžeme vidět hliníkový chladič se žlutou hmotou nasvícenou čistým bílým světlem. Tyto snímky jsou pouze demonstračně nasvícené přímým bílým zdrojem světla. Snímky z vytvořeného světelného stanu se mi nepodařilo dohledat. Na snímku H.5 v příloze lze vidět vyextrahované kusy žluté hmoty z předchozího snímku.

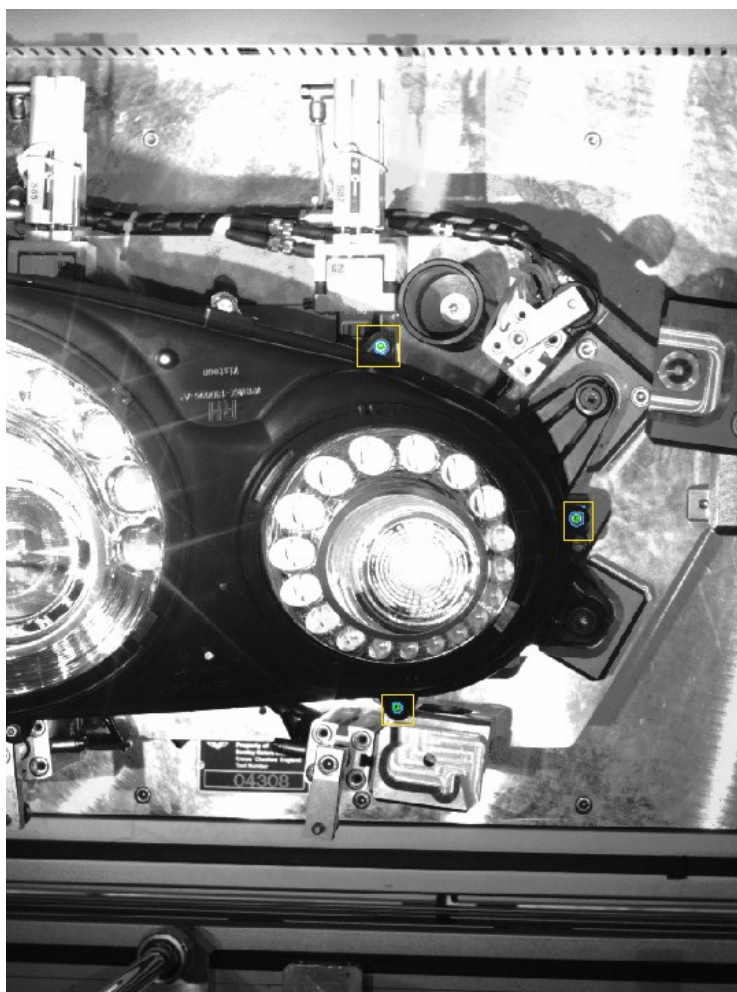
### **3.4 EOL tester**

Tuto práci jsem vykonával o letních prázdninách minulý rok 2010. Jednalo se o zprovoznění kamerového systému v EOL (End Of Life) testeru. Toto zařízení tvaru kvádry je velké přibližně čtyři metry vysoké. Zařízení obecně testuje vyrobené různé druhy světlometů pro automobily. Kontroluje přítomnost všech součástek, zda jsou na svých místech a testuje funkčnost světel. Tento tester byl díky své velikosti umístěn přímo v jednom nejmenovaném výrobním závodě v Rychvaldu. Pracovali jsme na tomto stroji dva. Kolega měl na starost software (Unitester, programování) a já hardware (kamerový systém, detekce součástek). Na služební cesty do Rychvaldu jsme vyráželi poměrně často. Celkově jsme vyrazili do tohoto výrobního závodu přibližně desetkrát.

Moje práce spočívala ve vymyšlení a sestavení funkčního kamerového systému, který by efektivně a hlavně spolehlivě mohl detekovat všechny součástky, jež jsme museli na světlometech kontrolovat. Největší problémy, které mi komplikovali práci, byla velikost zařízení, velké teploty o prázdninách a velmi omezený prostor pohybu vevnitř testeru.

Teploty ve dnech, kdy jsme pracovali na tomto projektu, se pohybovali přes 30°C. Uvnitř testeru, kde svítilo mnoho LED světel, mohlo být odhadem 40-50°C. Při takto vysokých teplotách bylo nemožné vydržet uvnitř zařízení více než deset minut. Dalším problémem byla výška, v níž byla umístěna hliníková kostra, na kterou jsem musel upevnit dvě kamery a následně precizně seřadit. Pohyblivost v testeru nebyla zrovna také ideální. Na spodní části testeru byl umístěn elektromotor, který otáčel s držákem světlometů. Díky tomuto držáku byl velmi omezen prostor na stání uvnitř testeru.

Práce to nebyla jenom o namontování kamer, bylo nutné vymyslet také rozmístění jednotlivých světel. Pečlivé rozmístění světel bylo klíčové. Použili jsme bodová a plošná LED světla. Světla jsme použili v barvách červené a bílé. Vedení kabelů kamer a světel také muselo být precizně provedeno. Celkově všechna montáž kamer a světel zabrala mnoho času, to možná i díky velkým teplotám a omezené pohyblivosti v testeru. Další práci samou o sobě bylo seřizování jednotlivých kamer.



Obrázek 4: Ukázka detekce šroubků na světlometu v EOL testeru.



Usměrnění kamery do daného přesného směru a přesné zaostření objektivu na daný cíl je jednoduchý proces, avšak v případě EOL testeru to byla dlouhá práce. To proto, že monitor byl venku a já vždy po nějaké úpravě kamery musel vyskočit z testeru ven a zkontrolovat, zda je kamera dobře namířena či dobře zaostřena. Tento postup jsem opakoval, dokud jsem všech pět kamer dokonale nenastavil.

Když jsem měl všechny kamery a světla pěkně seřizené, tak přišlo na řadu učení. Učení Unitesteru detekování jednotlivých součástek. Součástek, které se musely kontrolovat, bylo početně. S trochou cviku to však celkem rychle probíhalo. Součástky jako šroubky, gumové kolínka, západky, sériové čísla a podobně se detekovali pomocí vzorů, hran či jiných metod.

Detekci vzorů jsem použil hlavně u šroubků. Program naučíme, jak šroubek vypadá a kde by se měl přibližně vyskytovat. Naučení vzoru spočívá pouze v sejmutí obrazu daného šroubku na daném místě. Program pak porovná výslednou scénu s naučeným vzorem a situaci vyhodnotí. Pokud se z větší části oba snímky shodují, tak vyhodnotí výsledek podle dané nastavené logiky. Důležité je třeba si s učením vyhrát právě díky nastavování limitních hodnot, kdy program musí rozhodnout, zda je výsledek ještě v normě nebo už není. Něco podobného probíhá i u metody detekce hran, kdy se vyhodnocuje počet hran a podobně.

Tento úkol byl nesmírně zajímavý a celkově mě bavil i přes všechny nepříjemnosti v zařízení. Byla to pro mě velmi dobrá zkušenost.

### **3.5 Kontrola kompresoru**

Tento projekt byl způsobem práce velmi podobný projektu EOL testeru. Toto zařízení bylo určeno pro jednu nejmenovanou firmu vyrábějící kompresory sídlící na Slovensku. Zařízení má na starost kontrolu kompresorů v jejich finální podobě. Dalo by se říci, že se opět jedná o EOL (End Of Life) tester kontroly kompresorů. Mým úkolem v tomto projektu bylo opět zprovoznění kamerového systému, který by kontroloval kompresory.

Celé zařízení, ve kterém se kontrola kompresorů měla provádět, se stavěla v dílně firmy ELCOM, a.s. Společně s technikou jsem instaloval kamerový systém a testoval vhodnost umístění kamer, světel a použitých ohnisek objektivů. Na kompresorech bylo nutné identifikovat existenci různých součástek, pacek, sériových čísel, nálepek, důlčků a podobně. Všechny prvky, které se měly detekovat, byly sepsané v německy psaném

manuálu. Naštěstí manuál byl doplněn obrázky, takže nebylo nutné složitě překládat do českého jazyka technické významy.

Z počátku jsem byl seznámen se zařízením a pak jsem začal pracovat na samotné instalaci osvětlení a kamer. V určitých partiích testeru jsem se potýkal s nedostatkem místa pro kamery, kdy bylo občas nutné trochu improvizovat. Někdy kamera něčemu zavázela, popřípadě něco zavázelo kameře. V jednom případě do místa, kde by bylo ideální umístit kameru, zasahovala rozvodná skříň a tak bylo nutné kameru trochu posunout, čím došlo k vyosení kolmosti pohledu kamery na daný kompresor. Když kamera nebyla plně kolmá vůči kompresoru a zabírala kompresor více z jedné poloviny než druhé, mohlo dojít k tomu, že by nebylo možné detekovat nějaký z důlčků na kompresoru, který by zrovna byl na méně dohledné části. Nicméně z experimentálního nasnímání kompresoru jsem zjistil, že tento problém pokryla další kamera.

Instalace kamer a osvětlení zabral nějaký svůj čas. Naštěstí mě zde neprovázely žádné problémy a vše probíhalo, jak mělo.



Obrázek 5: Pohled z jedné strany kompresoru

Když jsem měl vše nainstalované, tak bylo nutné kamery otestovat. Kamery byly připojené přes Switch do klasického počítače přes rozhraní Ethernet. Testování probíhalo tak, že jsem nasnímal velké množství snímků různých kompresorů a jejich prvků, které se

měly vyhodnocovat. Největší problémy byly s důlčíky, které bylo opravdu těžké správně nasvítit a nasnímat.

Důlčíky na kompresorech jsou malé důlky, které vznikají při výrobě kompresoru. Jak kompresor postupuje výrobou, tak při každém průjezdu linkou se tento kompresor označuje důlčíkem, aby se následně poznalo, zda kompresor projel všemi linkami, kde měl.

Tyto důlčíky se nasvětlovaly přímým bodovým světlem, kdy důlky začaly vrhat stín a daly se takto identifikovat. Všechny komponenty a prvky kompresoru jsem poctivě nasnímal a snímky jsem pak prokonzultoval s kolegou, zda výsledky nasvícení a nasnímání budou pro software dostačující.

Výsledek projektu je takový, že zařízení nyní bez problému kontroluje vyráběné kompresory ve výrobním závodě na Slovensku.

### **3.6 Snímání sériového čísla z waferu**

Snímání sériového čísla jednotlivých waferu byla jedna z těch lehčích úloh. Wafer je substrátový disk, který je základní deskou pro mikroobvody. Tyto wafery jsou kruhovitěho tvaru o různých tloušťkách a průměrech. Já jsem měl k dispozici 3 kusy waferu rozličných velikostí. Cílem tohoto pokusu bylo pokusit se co nejlépe nasnímat sériové číslo jednotlivých waferů.

K tomu, abych nasnímal tyto sériové čísla, jsem potřeboval pouze počítač se softwarem LabVIEW, FireWire kartu v počítači, kameru s objektivem a samozřejmě FireWire kabel k propojení kamery s počítačem. Prvně jsem si zajistil funkčnost kamery s počítačem a pak jsem již mohl experimentovat se snímáním sériového čísla.

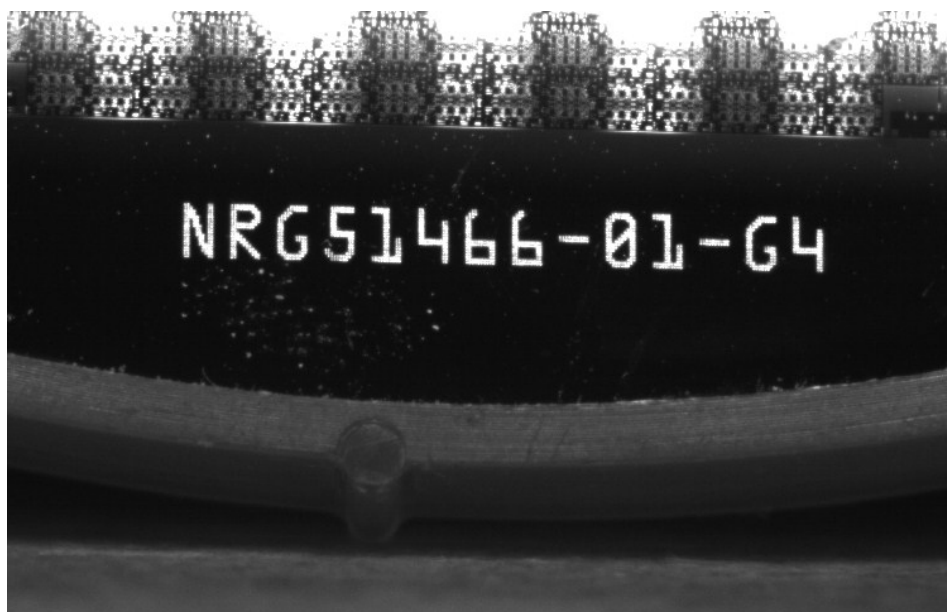
Sériové číslo jde okem vidět vcelku pěkně, ovšem kamera s tím měla občas problém. Bylo třeba tomu trochu pomoci silným světlem, na vytvoření reflexu. Od kolegů jsem dostal k dispozici velké LED panely, které dodávaly poměrně velké množství světla. Tohle světlo bylo nutné dostat do reflexu s kamerou, aby bylo dosaženo co největšího kontrastu vypáleného písma s lesklým povrchem waferu. Dalším problémem bylo samotné sériové číslo. Velikost písma sériového čísla waferu byla velice malá a tak bylo třeba použití takzvaných mezikroužků.

Mezikroužky [5] jsou kovové tubusy, které se umísťují mezi objektiv a kameru. Nemají žádný optický člen a jejich hlavní úlohou je zvětšit vzdálenost objektivu od čipu kamery. Tímto se změní zaostřovací rozsah objektivu a dojde tím ke zkrácení minimální vzdálenosti zaostření objektivu.

Jelikož sériové číslo bylo poměrně malé, tak jsem použil několik různých mezikroužků, abych dosáhl požadovaného zvětšení. Když jsem měl editovaný objektiv hotový, tak jsem se pustil do samotného snímání a experimentování se světlem. Udělat reflex na tak malém sériovém čísle bylo trochu problematické díky tomu, že stačilo trochu pohnout s LED panelem a bylo po reflexu. Nicméně nasnímané jsem měl všechny wafery relativně rychle. Tato nasnímaná sériová čísla musely být hodně dobře čitelná, aby je bylo pak následně dobře přečíst OCR metodou.

Jednotlivá sériová čísla byla rozdílná v jejich velikosti a také metodou, jakou byly vypálena. Jedno ze sériových čísel bylo nejspíše špatně vypáleno, jelikož reflex nebyl tak rovnoměrný jako u ostatních čísel. Každopádně všechny tři čísla se dala metodou OCR přečíst, takže tato metoda snímání s pomocí reflexu mohla být užita v praxi.

Na následujících snímcích jsou vidět jednotlivé sériové čísla v reflexu světla. Tyto snímky byly nejlepší možné výsledky nasnímání jednotlivých waferu vybrané z více snímků.



Obrázek 6: Wafer č.3

Wafer č.1 lze vidět na obrázku I.6. v příloze, kde sériové číslo bylo v dostatečném reflexu, aby bylo dobře čitelné pro metodu OCR. Číslo nebylo moc kontrastní s černou okolím, avšak reflex sériového čísla byl aspoň jednotlivý.

Wafer č.2 vidíme na obrázku I.7. v příloze, kde sériové číslo bylo tím nejhorším vypáleným číslem. Reflex nastal pouze z části, ale při dostatečné editaci obrázku bylo možné sériové číslo přečíst OCR metodou. Vrchní otočené kopečky jsou reflexy jednotlivých LEDek.

Poslední wafer č.3 s vypáleným sériovým číslem můžeme spatřit na obrázku 8., kdy tento wafer měl nejlepší reflex v sériovém čísle ze všech tří waferů. Na první pohled už lze vidět, že OCR metoda tady nemohla mít žádné problémy.

### **3.7 Reflexy na skle světlometu**

Hledání reflexů na skle světlometu z automobilů byl jeden z dalších vědecko-výzkumných projektů. Tyto skla světlometů se při výrobě lisují a následně lakují. Měl jsem možnost vidět tuto výrobu skel světlometů ve výrobním závodě vyrábějící světlomety. Skla se lisují pod extrémním tlakem z jemného prášku. Tento prášek vtlačen do formy a extrémním stlačením několika atmosfér se vytvaruje světlo do potřebného tvaru. Takto vyrobená skla jsou však hodně křehká a proto se ihned lakují, aby byla mnohem odolnější.

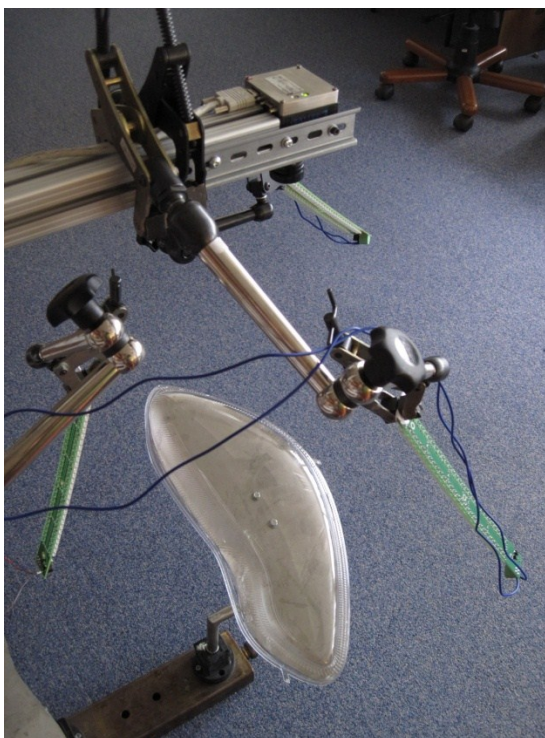
U nás na firmě jsme provedli test výdrže lakovaného a nelakovaného skla světlometu. Nelakované sklo bylo opravdu křehké a stačilo s ním jenom trochu praštit o hranu stolu a už se celé rozsypalo na nebezpečné kousíčky, které by mohly být při autonehodě hodně nebezpečné. Lakované sklo nás však mile překvapilo. Zkusili jsme s ním uhodit o hranu stolu a sklo drželo pohromadě. Došlo to tak daleko, že jsme na něj poskakovali, tloukli ostrou hranou kladiva a sklo neustále nejevilo známky poškození. Lakované skla světlometů vydrží více, než jsem si myslel.

Postup výroby pokračuje tak, že vylisované skla pokládá robotická ruka na pás, který vede k pracovníkům, kteří zkontrolují, zda je sklo vylisované správně, popřípadě odstraní přebytečné nečistoty. Tito pracovníci ukládají skla na kovové podnosy (viz. obrázek 9), které pak se skly putují do lakovny. V lakovně se tyto skla lakují a pak putují do pece, kde se lak vytvrdí. Tento proces je kontinuální a pracovníci občas nestihnou položit sklo světlometu na kovový podnos. Když se pak volný podnos v lakovně olakuje a následně zatvrdí, tak je po pár takových projíždkách podnos nepoužitelný. Proto jsme

dostali nabídku na zhotovení systému, který by uměl detekovat sklo na podnosu. Pokud by sklo na podnosu nebylo, tak by podnos projel lakovnou, aniž by se olakoval.

Mým úkolem bylo přijít na spolehlivý způsob detekování skla na podnose. Ukázalo se, že nejjednodušší způsob detekce skla světlometu je s pomocí odrazu světla od skla (reflex => sklo, žádný reflex => žádné sklo). Otázkou bylo, jakým univerzálním způsobem tento problém vyřešit pro všechny druhy vyráběných skel světlometu. Při dlouhém experimentování jsem přišel na způsob, který se jevil jako nejefektivnější.

K finální sestavě jsem potřeboval tři kusy pásků s LED, které jsem rozmístil do tvaru připomínající hvězdu viz. obrázek 9 a obrázek J.8. Takto rozestavení světél se odráželo od skla a vytvářelo reflexy, které mohla kamera zachytit. Tyto reflexy vznikaly na všech druzích skel, různých velikostí a tvarů.



Obrázek 7: Finální sestava s kovovým podnosem a sklem světlometu (dole), tři LED pásky s úchytnými packami (uprostřed) a kamera Basler (nahore).

Všechny druhy skel jsem s touto sestavou nasnímal a následně také podrobil zkoušce, zda vzniklé reflexy půjdou v softwaru detekovat. Jelikož reflexy jsou na skle krásně vidět, tak ani software neměl s detekcí odrazu světla od skla problém. Moje část vědecko-výzkumné práce byla u konce a software a ostatní záležitosti měli na starost jiní kolegové.

Výsledné snímky skel s reflexy jsou k vidění v příloze na obrázcích J.9.0-9.5

### 3.8 Oprava chyby při vypnutí Unitesteru

Tento netradiční úkol se hodně podobal detektivní práci, kdy bylo třeba najít chybu vznikající při ukončování Unitesteru. Tato chyba vznikala pouze při ukončování Unitesteru na některých počítačích s Windows 7. Na některých Windows 7 se aplikace ukončovala korektně a na některých nikoliv. Chyba se projevovala zatuhnutím celého procesu LabVIEW, proces přestal pracovat.

Nikdo netušil, jak chyba vzniká a ani se nevědělo, jak to opravit. Na mě bylo tuto chybu lokalizovat a pokusit se o opravu. Dostal jsem jenom pár tipů, co by to mohlo způsobovat, ale jinak jsem se musel spolehnout jenom na sebe.

Jako vždy mě na začátku práce čeká nějaký problém a tento úkol nebyl jiný. Ze začátku byl velký problém sehnat počítače s operačním systémem Windows 7. I když jsem takové počítače nakonec našel, tak zrovna na těchto počítačích se chyba Unitesteru nevyskytovala. Potřeboval jsem sehnat dvě testovací stanice se systémy Windows 7, kdy jeden bude postižen chybou při ukončování aplikace a druhý ne. Došlo to tak daleko, že nebylo jiné cesty ven než se připojit vzdálenou správou na jeden testovací počítač v serverovně, který zrovna postupoval zahořovací test.

Počítače jsem měl připravené a tak jsem mohl testovat. Než jsem se pustil do kontroly algoritmů v Unitesteru, tak jsem zkontroloval (ne)nainstalované aktualizace operačního systému. Oba systémy jsem aktualizoval tak, aby oba systémy měly všechny aktualizace stejné. Pak přišla řada na testování, ale bohužel aktualizace neměli na tuto chybu vliv. Na počítači, na kterém aplikace končila chybou, pořád chybovala a počítač, který neměl s tímto problémem, ukončoval aplikaci korektně. Pak jsem zkusil, jestli nedělá problém firewall, ale také bez výsledku. Zkusil jsem ještě pár maličkostí, které také nepomohly a tak jsem se pustil do kontroly Unitesteru samotného.

Unitester měl v sobě pár desítek modulů, které by mohly tuto chybu vytvářet. Proto jsem smazal všechny moduly, které nejsou nezbytně nutné k běhu jádra Unitesteru. Tímto způsobem jsem mohl zjistit, zda se chyba vyskytuje v modulech nebo v jádru. Chyba se nalézá v jádru, jelikož chyba neustále vznikala na postiženém počítači. Když je chyba v jádru, tak jsem se zaměřil logicky právě na jádro Unitesteru. Pochopení samotného algoritmu jádra Unitesteru je opravdu složité. Kolega se mi pokusil vysvětlit pointu algoritmu jádra, ale na detailní vysvětlení skoro 5600 funkcí nebyl čas. Naštěstí jsem nemusel všemu rozumět, jelikož stačilo mazat jednotlivé kusy kódu, který není životně důležitý pro chod Unitesteru.

Mazání, kompilace a otestování funkčnosti po každém umazaném kusu kódu zabere pár minut. Celkově jsem nad tímto postupem strávil většinu času. Za jeden den se mi podařila pomazat polovina funkcí, ale chyba se pořád vyskytovala při ukončování aplikace. Tento postup mazání kódu a kompilace po čase začne protivit a tak jsem zkusil štěstí jinde.

Napadlo mě, že když tento problém vzniká pouze na některých operačních systémech Windows 7, tak chyba nemusí být nutně v Unitesteru, ale možná dělá problém nějaká knihovna či ovladač. Proto jsem se pokusil vyhledat nějaké informace na diskuzních fórech nějakou radu, jak tento problém vyřešit. Ke vši radosti jsem pár takových rad našel ale ani jedna bohužel nepomohla. Kolega mi pak doporučil jeden užitečný prográmk, který umí zjistit ze souboru s příponou.exe všechny knihovny, drivery a soubory, které potřebuje tento .exe soubor ke svému životu. Tento prográmk jsem použil a nechal jsem si vyexportovat seznam všech souborů a jejich verzí, které byly mohly být viníkem celého problému. Vyexportoval jsem si tento seznam i na dalším počítači a pak jsem tyto dva dokumenty porovnal pomocí souborového správce Total Commander. Moje překvapení bylo, že seznamy se lišili pouze verzemi tří knihoven. Trochu naivně jsem předpokládal, že jsem našel zdroj chyby při ukončování aplikace. Dvě ze tří těchto knihoven bohužel k cíli nevedly. Zbývala pouze jediná knihovna, která by mohla způsobovat. Problém byl, že zbylá knihovna ntdll.dll se nedala tak lehce v systému přkopírovat. Na internetu jsem našel však příkaz, který umí tuto knihovnu odinstalovat a dalším příkazem opět nainstalovat. Po dlouhém boji s touto knihovnou se mi podařilo zařídit, aby oba systémy měly stejné všechny knihovny. Bez výsledku.

Tato práce mi zabrala přibližně tři dny, ale žádný výsledek to nepřineslo. Možná jen to, že všechny aktualizace, firewall, moduly Unitesteru, všechny drivery a knihovny to nezpůsobují. Tuhle detektivní práci jsme nakonec ukončili, abych se mohl věnovat věcem, které budou mít větší smysl. Otevřenou otázkou však pořád zůstává, co může způsobovat tento problém.

### **3.9 Zjišťování nečistot v čidle**

Jeden z dalších vědecko výzkumných projektů, u kterých jsem měl za úkol vymyslet efektivní a funkční řešení identifikace nečistot na plastovém krytu čidel. Materiál tohoto krytu byl z umělé hmoty a tvarem připomínal robota R2-D2 z filmu Star Wars. Tento umělohmotný materiál byl částečně průhledný a občas se při výrobě mohly v tomto



materiálu vyskytovat nečistoty. Tyto nečistoty se projevovaly malými černými tečkami a mohly se vyskytovat kdekoliv. Já jsem měl přijít na jednoduchý a efektivní způsob identifikace těchto nečistot.



Obrázek 8: Snímek pohledu do krytu čidla. Jsou zde vidět nasimulované nečistoty pomocí černého fixu.



Obrázek 9: Jednotlivé vyextrahované nečistoty ve formě bílých teček.

Vyzkoušel jsem celou řadu metod, jak kamerou identifikovat malé tečky v materiálu a přišel jsem na, podle mě, efektivní způsob jejich identifikace. Metoda spočívala v šikmém pohledu kamery do krytu čidla. Tento způsob by však vyžadoval dvě kamery, které by se koukaly do vnitřku čidla. Tuto metodu jsem samozřejmě otestoval a byla velmi spolehlivá. Bohužel tento způsob nebyl použit a byla použita jiná varianta identifikace nečistot v krytu čidla.

Má metoda se bohužel neujala a jako výsledná použitá metoda představovala pohled na kopuli krytu čidla ze vnějšku. Tuto výslednou metodu použitou na finální tester vymysleli kolegové. Finta jejich metody byla v možnosti použití rotoru, který by před jednou kamerou otočil celý kryt čidla. Jedna kamera by pak sekvenčně nasnímal celý povrch čidla. Výhodou této metody může být to, že sice by byla použita jenom jedna kamera, avšak musel by být použit i rotor, se kterým může být více problémů než užitku. Já jsem s tímto rozhodnutím použití rotoru nemohl nic dělat a mohl pouze vyzkoušet a nasimulovat točení krytu čidla před kamerou. Tento způsob nebyl špatný, ale měl pár vad. Jednou z nich je svícení silným světlem zespodu do čidla, aby bylo možné nečistoty identifikovat.

Když to shrnu, tak moje metoda využívala dvě kamery, normální světlo osvětlující zvenčí a relativně kompaktní rozměry. Druhé metodě, kterou vymysleli kolegové, stačila sice jedna kamera, ale zato bylo nutné použít rotor, který by s kryty čidel točil. Takový rotor je však minimálně tak drahý, jako další kamera s objektivem. Také bylo nutné použít silné bodové světlo svítící zespod, které také ve finálním výsledku nebude lehké implementovat do stroje. Rozměry této metody snímání byly rozměrnější.

Tak či onak jsem se přizpůsobil a udělal pár testovacích snímků druhé metody, která měla být nakonec použita. Snímky jsme následně zhodnotili a následná realizace stroje nenechala na sebe dlouho čekat.

### **3.10 Ovladač pro vykreslení spektra spektrometru**

Další z úkolů programování v LabVIEW. Tentokrát byla potřeba vytvořit algoritmus, který by vykresloval spektrum světla zaznamenané spektrometrem. Bylo nutné také udělat tento algoritmus pro nekomprimovaná a komprimovaná data.

Spektrometr [6] je druh přístroje, který umožňuje zkoumat prvkové chemické složení látky či objektu na bázi měření odraženého světla (vlnové délky). Spektrometry mají velkou oblast použití: [7]

- Spektroskopie
- Analýza nátěrů a vrstev
- Měření absorpčního a emisního spektra
- Měření solárního ozáření
- Biologická měření a monitorování
- Měření a analýza barev
- Chemická analýza a identifikace
- Měření koncentrace látek
- Měření v textilním průmyslu
- Charakterizace LED a laserů
- Monitorování průmyslových procesů

Spektrometr, který jsem měl k dispozici, vyrobila světoznámá firma Ocean Optics. Jedná se o jednoho z největších výrobců kompaktních a výkonných spektrometrů na světě. Model tohoto spektrometru nesl název Ocean Optics USB2000+.



Obrázek 10: Ocean Optics USB2000+

Tento spektrometr je velice malý (kompaktní), má USB rozhraní pro komunikaci s počítačem a s přidaným modulem lze s tímto spektrometrem komunikovat i pomocí sériové linky (RS-232). Právě komunikace skrz sériovou linku byla pro mě stěžejní.

Jak už jsem psal na začátku, bylo třeba vytvořit algoritmus, který by uměl vyčíst nekomprimované a komprimované data ze sériové linky a následně tyto data vykreslit do grafu. Ve finále by mělo být příchozí spektrum světla v LabVIEW shodné s vykresleným spektrem v dodávaném softwaru výrobce.

Tento úkol jsem začal studováním dokumentace k tomuto zařízení. Našel jsem dokumentaci příkazu přes sériovou linku k tomuto spektrometru. Bez těchto příkazů bych nebyl schopen tento přístroj ovládat. Bylo třeba zjistit pár nejdůležitějších příkazů, abych donutil spektrometr vůbec k měření. Také například příkazy pro kompresi dat, mazání paměti a nastavování dalších parametrů byly rovněž relativně důležité.

Samotná sériová komunikace v LabVIEW byla trochu složitější, než jsem si myslel. Hrubá sériová komunikace, kterou jsem použil a editoval podle potřeby je v LabVIEW k dispozici. V tomto případě bylo třeba celý algoritmus pozměnit. Normálně sériová komunikace funguje spolehlivě, ale bohužel se spektrometrem se pomocí této linky nedalo tak jednoduše propojit. Opět nastal dlouhý čas testování a zkoušení různých konfigurací, které by donutili spektrometr oživit. Tento problém jsem nakonec vyřešil osvědčenou metodou pokus-omyl. Zakopaný pes byl v takzvaném Baud rate (znaková rychlost) při prvním spojení a následně změně této hodnoty v průběhu inicializace. Další věcí, která mi pomohla s komunikací se spektrometrem, bylo zvětšení zpoždění v určitém úseku inicializace při zahájení spojení se spektrometrem.

Inicializace spektrometru byla zvládnuta a data ze spektrometru, při správné sekvenci příkazu, se podařilo v pořádku vyčíst. V této chvíli jsem pracoval na zanalyzování dat, které se pak následně vykreslí do grafu ve formě křivky spektra světla. Nějaký čas mi to trvalo, ale nakonec jsem vykreslení nekomprimovaných dat do grafu zvládl. Mnohem těžší to bylo s komprimovanými daty.

Komprimace dat spektra příchozího světla do spektrometru byla velice užitečná funkce tohoto spektrometru. Komprimace dat měla až 47% účinek ve zmenšení objemu dat posílaných ze spektrometru do počítače. Takto komprimovaný přenos byl až dvakrát rychlejší než přenos s nekomprimovanými daty. Tato zajímavá funkce však nesla mnoho obtíží při programování a samotném pochopení komprimace dat. Po dlouhém bádání v anglicky psané dokumentaci, jsem na pointu celé komprimace přišel. Samotné naprogramování algoritmu komprimace bylo mnohem horší.

Algoritmus nekomprimovaných dat jsem ještě zvládnul s mými schopnostmi programování v LabVIEW ale naprogramovat algoritmus s komprimovanými daty bylo už podstatně náročnější. Nějaký náznak spektra z komprimovaných dat se mi podařilo

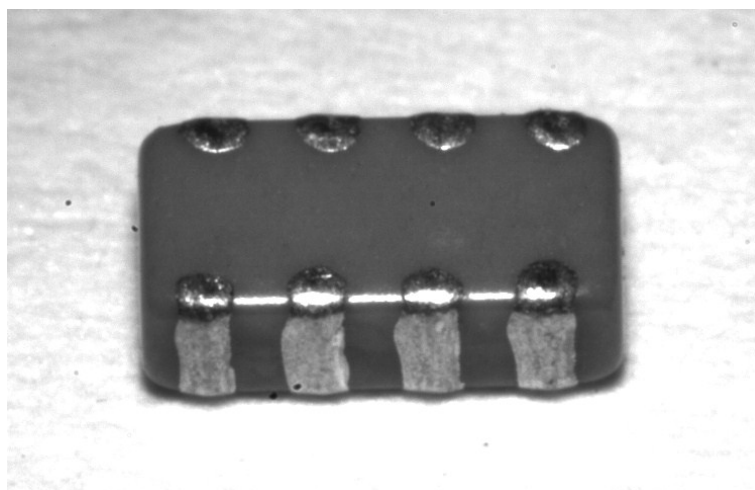
zobrazit v grafu, ale pořád to nevypadalo přibližně jako reálné spektrum. Proto byla nutná konzultace s kolegou, který se ve spektrometrech vyzná. Společně jsme to řešili a zkoušeli různé metody. Bohužel i kolega s tím měl velké problémy. Kolega se pokoušel upravovat algoritmus a já jsem mezitím procházel dokumentaci popisující komprimaci, zda postupujeme správně. Celou dobu jsme oba chápali tuto komprimaci trochu jinak, než bylo myšleno. Jednoduše jsme udělali chybu v tom, že jsme přičítali něco, co jsme měli odečítat. Náprava chyby už byla rychlá a spektrum se nám podařilo zobrazit v jeho pravém tvaru.

Vykreslení spektra z komprimovaných dat byla vyřešena ale finální stav tohoto kódu byl ještě daleko. Celý proces od sestavení spojení se spektrometrem až po vykreslení spektra trval přibližně 11 sekund. Mě se tento dlouhý čas podařilo smršknout na pouhých 1200ms. Experimentoval jsem s různými nastaveními rychlostí Baud rate a prodlevách mezi jednotlivými úseky algoritmu. Celý kód se mi podařilo zrychlit přibližně desetkrát, na což jsem byl velmi pyšný.

Celý program jsem ještě poupravoval a přidal pár uživatelských prvků a finální aplikace byla na světě.

### 3.11 Snímání kondenzátoru

Tento úkol patřil mezi ty rutinní úkoly. Měl jsem k dispozici šáček se stovkami miniaturními kondenzátorů, které jsem musel nasnímat v různých úhlech. Při zjištění správného úhlu při snímání bylo nutné pak v tomto úhlu nasnímat přibližně čtyřicet těchto kondenzátorů pro následnou analýzu v softwaru.



Obrázek 11: Obrázek snímaného kondenzátoru

Největší překážkou byla velikost samotného kondenzátorů. Délka kondenzátoru je 4mm, šířka 1,2mm a výška 1mm. Jde o extrémně malou součástku, která se hodně špatně snímala. Abych byl schopen vůbec pořádně přiblížit s kamerou, musel jsem použít objektiv 75mm s velkým množstvím mezikroužků, díky kterým jsem mohl dostatečně zkrátit zaostřovací vzdálenost. S takto úzkým zorným polem, vytvořené mezikroužky, je třeba použít výkonné bodové osvětlení, aby bylo dostatek světla ke správnému osvětlení součástky. Manipulace kamery s tak malým zorným úhlem a hloubkou ostrosti, která se pohybovala okolo 1-2 mm, byla velmi obtížná. Už při malém pohnutí s kamerou jsem se obrazem ocitl už úplně na jiném místě. Při každé změně pozice a úhlu kamery jsem musel vždy kondenzátor na stole kamerou chvíli hledat.

Pro určení úhlu kamery jsem použil krajní, ale funkční řešení, mobilní telefon s funkcí vodováhy. Díky této funkci jsem mohl přibližně určit úhel snímání vůči součástce. Nasnímal jsem několik kondenzátorů v několika úhlech a následně prokonzultoval s kolegou, jaký úhel bude nejlepší pro budoucí tester. Nejlepší úhlem bylo 60° jelikož při tomto úhlu bylo dostatečně vidět jak stranu, tak vrch součástky. Na obrázku můžete vidět kondenzátor snímáný z úhlu 60° s jednotlivými kontakty, díky kterým se tento pokus realizoval.

## **4 Získané znalosti**

### **4.1 Získané znalosti v rámci studia**

Během studia na Vysoké škole Báňské – Technické univerzitě Ostrava jsem se naučil velké množství užitečných informací. Svým studiem jsem si prohloubil znalosti v odvětví informatiky a techniky. Některé nabyté znalosti ze školy jsem již také použil ve svém osobním životě ale také především v mé studijní praxi ve firmě ELCOM, a.s.

Škola mě hlavně naučila zodpovědnému a systematizovanému přístupu k práci. Nároky této školy byly na mě relativně vysoké, takže disciplína byla z mé strany nutností. Studium mě donutilo ke kolektivní spolupráci s jinými studenty, čímž jsem se více zocelil v komunikaci s techniky budoucnosti. Toto nepřímé studium jako komunikace, spolupráce a interaktivita s ostatními je podle mého mínění neméně důležité jako to hlavní a viditelné studium na vysoké škole.

## **4.2 Získané znalosti v rámci praxe**

Znalosti, které jsem nabyt v praxi ve firmě ELCOM, a.s. jsou jedním z nejcennějších věcí, co se mi v životě zatím dostalo. Naučil jsem se prakticky pracovat s velkým množstvím nových technologií, dostalo se mi mnoho užitečných informací skoro ze všech odvětví programování a techniky. Hodně si cením také poučení se o tom, jak člověk může fungovat v tak velké firmě s velkým počtem pracovníků. Naučil jsem se, jak efektivně komunikovat s lidmi programátory a jak jim dobře porozumět. V praxi jsem si vyzkoušel spolupráci s různými lidmi, kdy tyto poznatky můžu následně uplatnit i v budoucnu.

## **5 Závěr**

Praxi ve firmě ELCOM, a.s. hodnotím z mého pohledu jako velmi užitečnou zkušenost i s ohledem na budoucnost. Doposud jsem se naučil mnoho věcí, o kterých jsem ani netušil, že existují. Informací, kterých se mi dostalo, si velmi cením a jsem rád, že jsem měl možnost pracovat s lidmi v této firmě. Mnoho z nich mě naučilo různým novým postupům v práci, samotné efektivitě postupů a samostatnosti. Do praxe ve firmě ELCOM, a.s. neustále docházím a podílím se na spoustě prací, díky kterým získávám mnoho dalších zkušeností

V budoucnu bych chtěl nadále do firmy ELCOM, a.s. docházet a zlepšovat své dovednosti v programování a technických znalostech. Díky studiu se mi také dostane mnoho poznatků, které mohu následně v praxi použít. Popřípadě znalosti nabyté na praxi si můžu ověřit při studiu. I když docházím na praxi jeden rok, tak za tuto dobu jsem měl velké množství možností použít nabyté informace a znalosti ze studia na praxi či naopak. Studium a praxe se v mém případě velmi propojují a navzájem doplňují. Do budoucna vidím kooperaci aktivní praxe a studia jako nejlepší řešení k nalezení nejvíce relevantních zkušeností do budoucna.

Celkovým mým cílem pro následující roky je úspěšně navázat na magisterské studium a nadále se podílet na projektech ve firmě ELCOM, a.s. čímž bych získával další užitečné zkušenosti a znalosti, které bych mohl využít při studiu či v budoucnu. Tato cesta studia a praxe současně je sice časově a energicky docela náročná, avšak pro mé budoucí uplatnění to bude jediné pozitivní aspekt ke zvýšení efektivity práce.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Logo ELCOM, a.s. ....	1
Obrázek 2: Finální podoba domového osvětlení .....	6
Obrázek 3: Detailní pohled do útroby domového osvětlení .....	7
Obrázek 4: Ukázka detekce šroubků na světlometu v EOL testu .....	9
Obrázek 5: Pohled z jedné strany kompresoru .....	11
Obrázek 6: Wafer č.3 .....	13
Obrázek 7: Finální sestava s kovovým podnosem a sklem světlometu.....	15
Obrázek 8: Snímek pohledu do krytu čidla .....	18
Obrázek 9: Jednotlivé vyextrahované nečistoty v čidle ve formě bílých teček .....	18
Obrázek 10: Ocean Optics USB2000+ .....	20
Obrázek 11: Obrázek snímaného kondenzátoru .....	22

## Seznam obrázků v příloze

Obrázek C.1: Toshiba TEC B-SA4TP .....	3
Obrázek D.2: Typy velikostí SD karet a jejich parametry .....	4
Obrázek E.3: ENA 440 s externí jednotkou BK-SCM-01A .....	7
Obrázek H.4: Hliník se žlutou hmotou nasvícený bílým světlem .....	11
Obrázek H.5: Výsledná extrahace pasty.....	12
Obrázek I.6: Wafer č.1.....	12
Obrázek I.7: Wafer č.2 .....	13
Obrázek J.8: Finální sestava .....	13
Obrázek J.9.0 – 9.5: Nasnímané obrázky kamerou s viditelnými reflexy skla .....	14



## Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] Elcom [online]. 2010 [cit. 2011-04-22]. Divize Virtuální instrumentace. Dostupné z WWW: <<http://www.elcom.cz/virtualni-instrumentace/>>.
- [2] MEC, Jaromír. Testování na bázi virtuální instrumentace v oblasti průmyslové výroby. Ostrava, 2009. 73 s. Diplomová práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava.
- [3] W3C [online]. 2003, 2011/04/23 [cit. 2011-04-28]. Extensible Markup Language (XML). Dostupné z WWW: <<http://www.w3.org/XML/>>.
- [4] PIHAN, Roman. Vše o světle : Kvalita světla. Fotografovani.cz [online]. 16.03.2007, 8, [cit. 2011-04-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.fotografovani.cz/art/fozak\\_df/rom\\_1\\_08\\_kvalita.html](http://www.fotografovani.cz/art/fozak_df/rom_1_08_kvalita.html)>.
- [5] Makrografie [online]. 2008 [cit. 2011-04-22]. Mezikroužky. Dostupné z WWW: <<http://makro.matonoha.cz/specialni-pomucky-mezikrouzky>>.
- [6] ŠŤASTNÁ, Barbora. Math.muni.cz [online]. 2003 [cit. 2011-05-02]. Monitorování pomocí spektrometru. Dostupné z WWW: <<http://www.math.muni.cz/~stastna/dp/05.htm>>.
- [7] LAO : Průmyslové systémy [online]. 2009 [cit. 2011-04-22]. Spektrometry. Dostupné z WWW: <<http://www.lao.cz/vedecke-aplikace/pristroje/vlaknove-spektrometry.php>>.
- [8] SD Association [online]. 2011 [cit. 2011-04-28]. SD Card. Dostupné z WWW: <<http://www.sdcard.org/developers/tech/sdcard/>>.
- [9] SD Association [online]. 2011 [cit. 2011-04-28]. MicroSD Card. Dostupné z WWW: <<http://www.sdcard.org/developers/tech/sdcard/>>.
- [10] SD Association [online]. 2011 [cit. 2011-04-28]. MiniSD Card. Dostupné z WWW: <<http://www.sdcard.org/developers/tech/sdcard/>>.
- [11] MSDN [online]. 2006, October 18, 2006 [cit. 2011-04-28]. Enhanced Write Filter. Dostupné z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms912906\(v=winembedded.5\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms912906(v=winembedded.5).aspx)>.
- [12] ELCOM, a.s. ENA440 [online]. 2011. Dostupné z WWW: <<http://www.elcom.cz/virtualni-instrumentace/produkty/bk-elcom/clanek/89-ena440.html>>.

## Doprovodné přílohy na CD

A.	MANUÁLY .....	1
B.	INSTALACE PC .....	1
C.	TISKÁRNA ŠTÍTKŮ TOSHIBA TEC B-SA4TP .....	2
D.	INSTALACE PITX POČÍTAČE VYUŽÍVAJÍCÍ PAMĚŤOVÉ KARTY MICROSD .....	3
E.	INSTALACE ENA 440 VYUŽÍVAJÍCÍ KARTY COMPACT FLASH (CF) .....	6
F.	KÓD PRO VYČTENÍ OBRAZU Z KAMER.....	8
G.	SNÍMÁNÍ SPEKTER LAKU SKEL SVĚTLOMETU .....	10
H.	DOMOVÉ OSVĚTLENÍ .....	11
I.	SNÍMANÍ SÉRIOVÉHO ČÍSLA Z WAFERU .....	12
J.	REFLEXY NA SKLE SVĚTLOMETU .....	13